

PA4425US

11000 U.S. PRO  
09/874355  
06/06/01

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2000年 6月 6日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2000-169196

出 願 人  
Applicant(s):

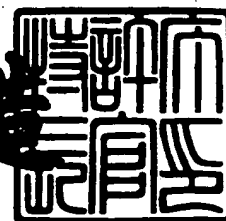
富士写真フイルム株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年 3月23日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3022328

【書類名】 特許願

【整理番号】 P25258J

【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿

【国際特許分類】 A61B 1/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士写真フイルム株式会社内

【氏名】 千代 知成

【特許出願人】

【識別番号】 000005201

【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【代理人】

【識別番号】 100073184

【弁理士】

【氏名又は名称】 柳田 征史

【選任した代理人】

【識別番号】 100090468

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐久間 剛

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008969

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9814441

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 蛍光画像表示方法および装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 励起光の照射により観察部から発せられた蛍光から波長帯域の異なる 2 種類の蛍光画像を撮像し、

参照光の照射を受けた前記観察部によって反射された前記参照光の反射光を反射画像として撮像し、

前記 2 種類の蛍光画像間の光強度の比率に基づいて定められた色相を示す色相信号と、前記反射画像の光強度に基づいて定められた明るさを示す明るさ信号とを作成し、両信号に基づいた合成画像を生成して、この合成画像を表示することを特徴とする蛍光画像表示方法。

【請求項 2】 前記比率として、前記 2 種類の蛍光画像間の光強度の除算値を用いることを特徴とする請求項 1 記載の蛍光画像表示方法。

【請求項 3】 励起光の照射により観察部から発せられた蛍光を蛍光画像として撮像し、

参照光の照射を受けた前記観察部によって反射された前記参照光の反射光を反射画像として撮像し、

前記蛍光画像と前記反射画像間の光強度の比率に基づいて定められた色相を示す色相信号と、前記反射画像の光強度に基づいて定められた明るさを示す明るさ信号とを作成し、両信号に基づいた合成画像を生成して表示することを特徴とする蛍光画像表示方法。

【請求項 4】 前記比率として、前記蛍光画像と前記反射画像間の光強度の除算値を用いることを特徴とする請求項 3 記載の蛍光画像表示方法。

【請求項 5】 励起光および参照光を観察部に照射する照射手段と、

前記励起光の照射により前記観察部から発せられた蛍光から波長帯域の異なる 2 種類の蛍光画像を撮像する蛍光像撮像手段と、

参照光の照射を受けた前記観察部によって反射された前記参照光の反射光を反射画像として撮像する反射像撮像手段と、

前記 2 種類の蛍光画像間の光強度の比率に基づいて定められた色相を示す色相

信号、前記反射画像の光強度に基づいて定められた明るさを示す明るさ信号とを作成し、両信号に基づいた合成画像を生成する合成画像生成手段と、

前記合成画像を表示する表示手段とを備えたことを特徴とする蛍光画像表示装置。

【請求項 6】 前記合成画像生成手段が、前記比率として、前記 2 種類の蛍光画像間の光強度の除算値を用いるものであることを特徴とする請求項 5 記載の蛍光画像表示装置。

【請求項 7】 励起光および参照光を観察部に照射する照射手段と、  
前記励起光の照射により前記観察部から発せられた蛍光から所定の波長帯域の蛍光画像を撮像する蛍光像撮像手段と、

前記参照光の照射を受けた前記観察部によって反射された前記参照光の反射光を反射画像として撮像する反射像撮像手段と、

前記蛍光画像と前記反射画像間の光強度の比率に基づいて定められた色相を示す色相信号と、前記反射画像の光強度に基づいて定められた明るさを示す明るさ信号とを作成し、両信号に基づいた合成画像を生成する合成画像生成手段と、

前記合成画像を表示する表示手段とを備えたことを特徴とする蛍光画像表示装置。

【請求項 8】 前記合成画像生成手段が、前記比率として、前記蛍光画像と前記反射画像間の光強度の除算値を用いるものであることを特徴とする請求項 7 記載の蛍光画像表示装置。

【請求項 9】 前記色相が、表色系のひとつである顕色系における色相であり、前記色の明るさが顕色系における明度であることを特徴とする請求項 5 から 8 いずれか 1 項記載の蛍光画像表示装置。

【請求項 10】 前記色相が、表色系のひとつである混色系における色相であり、前記色の明るさが混色系における輝度であることを特徴とする請求項 5 から 8 いずれか 1 項記載の蛍光画像表示装置。

【請求項 11】 前記合成画像生成手段が、前記色相信号と前記明るさ信号から合成画像を生成する際に、両信号の信号数が異なる場合には、信号数の小さい方の信号の信号数を信号数の大きい方の信号数に一致させた後、両信号に基づ

いて合成画像を生成するものであることを特徴とする請求項5から10いずれか1項記載の蛍光画像表示装置。

【請求項12】 前記励起光の光源が、GaN系の半導体レーザであり、励起光の波長帯域が400nmから420nmまでの範囲内あることを特徴とする請求項5から11いずれか1項記載の蛍光画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、励起光の照射により生体組織から発せられた蛍光を測定し、生体組織に関する情報を表す画像として表示する蛍光画像表示方法および装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、所定の波長帯域の励起光を生体観察部に照射した場合に、正常組織と病変組織では、発する蛍光強度が異なることを利用して、生体観察部に所定波長の励起光を照射し、生体観察部が発する蛍光を受光することにより病変組織の局在・浸潤範囲を蛍光画像として表示する技術が提案されている。

【0003】

通常、励起光を照射すると、図8に示すように、正常組織からは強い蛍光が発せられ、病変組織からは微弱な蛍光が発せられるため、蛍光強度を測定することにより、病変状態を判定できる。

【0004】

この種の蛍光画像表示装置は基本的に、励起光を生体観察部に対して照射する励起光照射手段と、生体組織が発する蛍光から蛍光像を取得する蛍光像取得手段と、この蛍光像取得手段の出力を受けて上記蛍光像を表示する表示手段とからなるものであり、多くの場合、体腔内部に挿入される内視鏡や、コルポスコープあるいは手術用顕微鏡等に組み込まれた形に構成される。

【0005】

ところで、上述のような蛍光画像表示装置においては、生体の部位に凹凸があ

るため励起光照射系から生体観察部までの距離が均一ではなく、生体の励起光照射部分における励起光照度是一般に不均一である。蛍光強度は励起光照度にほぼ比例し、励起光照度は距離の2乗に反比例して低下する。そのため、光源から遠くにある正常組織よりも近くにある病変組織の方が強い蛍光を発する場合があります、観察者が蛍光強度のみに基づいた判定を行うと、病変状態の判定を誤ることもあり得る。

## 【0006】

このような不具合を低減するため、発明者らは、正常組織から発せられる蛍光強度と病変組織から発せられる蛍光強度の差が大きい波長帯域480nm近傍の狭帯域の蛍光画像と、可視波長帯域の広帯域の蛍光画像とを撮像し、狭帯域の蛍光画像と、広帯域の蛍光画像の光強度の除算値を求め、この除算値に基づいた疑似カラー画像を表示する蛍光画像表示装置を提案している。

## 【0007】

すなわち、上記除算により励起光光源および蛍光受光部と生体観察部との距離に依存する蛍光強度の項はキャンセルされ、蛍光スペクトルの形状の違いのみが反映された表示が得られる。

## 【0008】

また、一方では、発明者らは、生体組織の部位が受光した励起光の光強度と、この励起光の受光により前記部位から発せられた蛍光の光強度との比率、すなわち励起光を照射する距離や角度によって影響を受けない値である蛍光収率を反映した値を求めることにより観察部の組織性状を識別する方式も提案している。

## 【0009】

上記蛍光収率を反映した値を求める際に、励起光は種々生体組織に対して一様な吸収を受けないため、反射された励起光の強度分布を測定しても生体組織が受光した励起光の強度分布を正しく測定したことにはならない。

## 【0010】

そこで、蛍光収率を求める1つの方策として、種々生体組織に対して一様な吸収を受ける近赤外光を参照光として生体組織に照射し、反射された前記参照光の反射光を反射画像として撮像し、その光強度を生体組織が受光した励起光の光強

度の代わりとして用いて、蛍光画像と、反射画像の光強度の除算値を求め、この除算値に基づいた疑似カラー画像を表示する蛍光画像表示装置を提案している。

【0011】

すなわち、上記除算により励起光光源および蛍光受光部と生体観察部との距離に依存する蛍光強度の項はキャンセルされ、蛍光収率の違いのみが反映された表示が得られる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のように、蛍光画像間あるいは蛍光画像と反射画像間の除算を行うことにより、距離情報をキャンセルした疑似カラー画像は、生体組織から発せられる蛍光に関する情報を含むものの、病変状態の判定を行う上で、貴重な情報である生体組織の形状に関する情報が省略された合成画像となってしまう。また観察者にとっては、凹凸感の全くない平坦な印象を与える合成画像は、違和感の強いものとなる。

【0013】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、励起光を照射された観察部から発せられた蛍光に関する情報とともに、観察部の形状に関する情報を含む画像を表示し、観察者に違和感を与えることのない、蛍光画像表示方法および装置を提供することを目的とするものである。

【0014】

【課題を解決するための手段】

本発明による第1の蛍光画像表示方法は、励起光の照射により観察部から発せられた蛍光から波長帯域の異なる2種類の蛍光画像を撮像し、参照光の照射を受けた前記観察部によって反射された前記参照光の反射光を反射画像として撮像し、前記2種類の蛍光画像間の光強度の比率に基づいて定められた色相を示す色相信号と、前記反射画像の光強度に基づいて定められた明るさを示す明るさ信号とを作成し、両信号に基づいた合成画像を生成して、この合成画像を表示することを特徴とするものである。

【0015】

ここで、「2種類の蛍光画像間の光強度の比率に基づいて定められた色相を示す色相信号」とは、色の3属性である明るさ、色相、彩度の1つである色相を、2種類の蛍光画像間の光強度の比率に基づいて定めた信号を意味している。

## 【0016】

また、上記光強度の比率とは、光強度の大小関係を反映させたものであればよい。さらに、上記色相信号は、おもに色相からなるものであればよく、色相のみから構成される信号、あるいは色相と彩度から構成される信号でもよい。また「両信号に基づいた合成画像を生成」する際には、必要に応じて他の信号、例えば彩度等を定めた信号を加味した上で、合成画像を生成すればよい。

## 【0017】

上記比率としては、前記2種類の蛍光画像間の光強度の除算値を用いることができる。なお光強度の除算値としては、光強度に補正値を加算した上での除算による値や、除算した値に数学的処理を施した値等、除算に類する演算により算出された値も含むものである。

## 【0018】

本発明による第2の蛍光画像表示方法は、励起光の照射により観察部から発せられた蛍光を蛍光画像として撮像し、参照光の照射を受けた前記観察部によって反射された前記参照光の反射光を反射画像として撮像し、前記蛍光画像と前記反射画像間の光強度の比率に基づいて定められた色相を示す色相信号と、前記反射画像の光強度に基づいて定められた明るさを示す明るさ信号とを作成し、両信号に基づいた合成画像を生成して表示することを特徴とするものである。

## 【0019】

ここで、「蛍光画像と反射画像間の光強度の比率に基づいて定められた色相を示す色相信号」とは、色の3属性である明るさ、色相、彩度の1つである色相を、蛍光画像と反射画像間の光強度の比率に基づいて定めた信号を意味している。また、上記光強度の比率とは、光強度の大小関係を反映させたものであればよい。さらに、上記色相信号は、おもに色相からなるものであればよく、色相のみから構成される信号、あるいは色相と彩度からなる信号でもよい。また「両信号に基づいた合成画像を生成」する際には、必要に応じて他の信号、例えば彩度等を



定めた信号を加味した上で、合成画像を生成すればよい。

【0020】

上記比率としては、前記蛍光画像と反射画像間の光強度の除算値を用いることができる。なお光強度の除算値としては、光強度に補正値を加算した上での除算による値や、除算した値に数学的处理を施した値等、除算に類する演算により算出された値も含むものである。

【0021】

本発明による第1の蛍光画像表示装置は、励起光および参照光を観察部に照射する照射手段と、前記励起光の照射により前記観察部から発せられた蛍光から波長帯域の異なる2種類の蛍光画像を撮像する蛍光像撮像手段と、参照光の照射を受けた前記観察部によって反射された前記参照光の反射光を反射画像として撮像する反射像撮像手段と、前記2種類の蛍光画像間の光強度の比率に基づいて定められた色相を示す色相信号、前記反射画像の光強度に基づいて定められた明るさを示す明るさ信号とを作成し、両信号に基づいた合成画像を生成する合成画像生成手段と、前記合成画像を表示する表示手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0022】

上記合成画像生成手段は、前記比率として、前記2種類の蛍光画像間の光強度の除算値を用いることができる。

【0023】

本発明による第2の蛍光画像表示装置は、励起光および参照光を観察部に照射する照射手段と、前記励起光の照射により前記観察部から発せられた蛍光から所定の波長帯域の蛍光画像を撮像する蛍光像撮像手段と、前記参照光の照射を受けた前記観察部によって反射された前記参照光の反射光を反射画像として撮像する反射像撮像手段と、前記蛍光画像と前記反射画像間の光強度の比率に基づいて定められた色相を示す色相信号と、前記反射画像の光強度に基づいて定められた明るさを示す明るさ信号とを作成し、両信号に基づいた合成画像を生成する合成画像生成手段と、前記合成画像を表示する表示手段とを備えたことを特徴とするものである。

【 0 0 2 4 】

上記合成画像生成手段は、前記比率として、前記蛍光画像と前記反射画像間の光強度の除算値を用いることができる。

【 0 0 2 5 】

上記色相としては、表色系のひとつである顕色系における色相が望ましく、上記色の明るさとしては、顕色系における明度が望ましい。また上記色相としては、表色系のひとつである混色系における色相でもよく、また上記色の明るさとしては、混色系における輝度でもよい。

【 0 0 2 6 】

また、上記合成画像生成手段は、前記色相信号と前記明るさ信号から合成画像を生成する際に、両信号の信号数が異なる場合には、信号数の小さい方の信号の信号数を信号数の大きい方の信号数に一致させた後、両信号に基づいて合成画像を生成するものであることが好ましい。

【 0 0 2 7 】

ここで、「両信号の信号数が異なる場合には、信号数の小さい方の信号の信号数を信号数の大きい方の信号数に一致させた後」とは、例えば一方の信号が  $100 \times 100$  画素に対応する信号であり、他方の信号が  $500 \times 500$  画素に対応する信号であった場合に、 $100 \times 100$  画素に対応する信号の1つの信号を  $5 \times 5$  個の画素に対応する信号に変換することにより、その信号が対応する画素数を  $100 \times 100$  画素から  $500 \times 500$  画素に拡大することを意味する。

【 0 0 2 8 】

【発明の効果】

一般に「色」という概念は、「色知覚による色」と「色感覚による色」とに区別されている。「色知覚による色」とは、知覚色とも呼ばれ、心理量として人間の知覚した色を記号、色表等を用いて定性的に規定するものである。一方、「色感覚による色」は、心理物理量とも呼ばれ、心理量としての色とそれを感じさせる物理量としての光の分光特性の対応関係を測定する心理物理実験によって、心理物理量として定量的に規定されるものである。また、色を表示する体系である表色系には、知覚色を表示する顕色系と、心理物理色を表示する混色系とがある

## 【0029】

顕色系の代表的なもののひとつに、マンセル表色系がある。マンセル表色系では、色を色相（H：hue）、彩度（S：saturation）、明度（V：value）の3属性で定義している。色相（H）は、赤、青、黄といった色の違いを区別するものであり、まず、R（赤）、Y（黄）、G（緑）、B（青）、P（紫）の5つの色を基本色相とし、これら図1に示すような1つの円（色相環）の円周上に円を5等分するように配列する。次にその基本色相の中間にYR、GY、BG、PB、RPなる中間色を配置している。一般に、基本色相および中間色相には数字5を付与し、相隣合った色相の間を10等分した100色相を用いることが多いが、基本色相である5Rからの回転角度を用いれば、色相を連続値として表すこともできる。この場合には、例えば5Rは、 $H = 0 \text{ rad}$  と表示され、5Yは $H = 1 / 3 \text{ rad}$ 、5Gは $H = 2 / 3 \text{ rad}$  と表示できる。

## 【0030】

明度（V）は、色の明るさを示す尺度として定義され、反射率0%の理想の黒の明度を0、反射率100%の理想の白の明度を10として表される。一般に人間の明るさの感覚は、反射率に比例せず、例えば反射率が約20%程度のものを中間の明るさとして認識するため、マンセルの明度尺度は、ほぼ反射率の平方根に比例している。

## 【0031】

彩度（S）は、色の鮮やかさの程度を示す尺度として定義され、各明度、色相ごとに、無彩色（灰色）を彩度0と定義して、もっとも鮮やかな色（単色）までを等間隔に区切り数字で表現している。

## 【0032】

彩度を中心からの距離で表した色相環を明度ごとに作成し、これを明度の低いものから順に同心円状に積み重ねると、マンセルの3属性は、図2に示すような円筒形の色立体として表現できる。全ての色はこの色立体のどこかに位置づけられる。一般に、知覚色は、明度に対応する1次元座標（明度指数と呼ばれる）と、色相および彩度の属性を統合して考えた知覚色度と呼ばれる2次元座標からな

る3次元座標空間で表示される。

### 【0033】

一方、混色系を代表する表色系の代表的なものには、色を3つの源刺激（すなわち3原色の光）で定量的にあつかうCIE（国際照明委員会）表色系があり、主なものに、RGB表色系とXYZ表色系がある。経験的に、あらゆる色は、独立な3つの異なる色である3つの源刺激を適当な割合で混色することによって作り出すことができることが知られている。最も一般的な3つの源刺激は、R（赤）、G（緑）、B（青）であり、これらの源刺激と、これらの源刺激の混合割合を示す3刺激値から、RGB表色系が構成されている。しかしながら、RGB表色系では、連続スペクトル光を加法混色により作成する際の刺激値をプロットした等色関数が波長によって負になるなどの、数学処理上の不便があるため、便宜上等色関数が全て正の値になるような座標変換を行い、RGBに対する新しい仮想的な源刺激であるX、Y、Zを定めた、XYZ表色系が知られている。XYZ表色系では、数学的取り扱いを容易にするために、Y（輝度と呼ばれる）の等色関数が、波長に対する人間の目の感度を示す比視感度に等しくなるように定義されているため、色の明るさは、全てYのみで定められる。また色の違い（色度）は、次式により求められる色度座標 $x$ および $y$ により定められる。

### 【0034】

$$x = X / (X + Y + Z)$$

$$y = Y / (X + Y + Z)$$

図3は、上記XYZ系の $x$   $y$ 色度図を示すものである。色度上の2点を混色した色は、その2点を結ぶ直線上にあり、全ての色はつりがね状の曲線（スペクトル軌跡）とその両端を結ぶ直線（純紫軌跡）に囲まれた領域内の点で表される。なお、領域中央の白色点にむかうほど彩度は低くなる。また図中矢印は、色相の変化を表す。

### 【0035】

本発明による第1の蛍光画像表示装置によれば、2種類の蛍光画像間の光強度の比率に基づいて定められた色相を示す色相信号と、反射画像の光強度に基づいて定められた明るさを示す明るさ信号との合成画像を表示することにより、表示

された画像の色相は、2種類の蛍光画像間の光強度の比率、すなわち観察部から発せられた蛍光の蛍光スペクトルの形状の違いを反映させたものとなり、明るさは、反射画像の光強度、すなわち観察部の形状を反映させたものとなるので、1枚の画像に、観察部から発せられた蛍光に関する情報とともに、観察部の形状に関する情報を表示することができ、観察者に違和感を与えることがない。

【0036】

また、合成画像生成手段が、上記比率として、2種類の蛍光画像間の光強度の除算値を用いるものであれば、数学的处理が簡素化される。

【0037】

また、本発明による第2の蛍光画像表示装置によれば、蛍光画像と反射画像間の光強度の比率に基づいて定められた色相を示す色相信号と、反射画像の光強度に基づいて定められた明るさを示す明るさ信号との合成画像を表示することにより、表示された画像の色相は、蛍光画像と反射画像間の光強度の比率、すなわち観察部から発せられた蛍光の蛍光収率を反映させたものとなり、明るさは、反射画像の光強度、すなわち観察部の形状を反映させたものとなるので、1枚の画像に、観察部から発せられた蛍光に関する情報とともに、観察部の形状に関する情報を表示することができ、観察者に違和感を与えることがない。

【0038】

また、合成画像生成手段が、上記比率として、蛍光画像と反射画像間の光強度の除算値を用いるものであれば、数学的处理が簡素化される。

【0039】

上記色相として、表色系のひとつである顕色系における色相を用い、上記色の明るさとして、顕色系における明度を用いれば、2枚の画像間の光強度の比率または除算値に基づいた色相を容易に定めることができる。

【0040】

また例えば顕色系の1つである、マンセル表色系を使用すれば、光強度の比率または除算値を、図1に示したマンセルの色相環における色相Hに対応させて定めることができ、光強度の比率または除算値を、容易に色相のみに対応させることができる。

## 【 0 0 4 1 】

上記色相として、表色系のひとつである混色系における色相を用い、上記色の明るさとして、混色系における輝度を用いれば、2枚の画像間の光強度の比率または除算値に基づいた色相を一層容易に定めることができる。

## 【 0 0 4 2 】

また例えば混色系の1つである、XYZ表色系を使用すれば、光強度の比率または除算値を、図3に示したxy色度図上の座標(x, y)に対応させて定めることができ、光強度の比率または除算値を、容易に色相に対応させることができる。また、合成画像を生成する際の数学的处理が簡素化する。

## 【 0 0 4 3 】

上記合成画像生成手段が、色相信号と明るさ信号から合成画像を生成する際に、両信号の信号数が異なる場合には、信号数の小さい方の信号の信号数を信号数の大きい方の信号数に一致させた後、両信号に基づいて合成画像を生成することにより、例えば、蛍光等の光量が小さいため、蛍光画像を撮像する際の画素数を、反射画像を撮像する際の画素数より少ないものとした場合であっても、表示画像の画素数を撮像素子の画素数として反射画像を撮像する際の画素数を使用できるため、観察部の形状を明瞭に表示することができる。

## 【 0 0 4 4 】

励起光の光源として、GaN系の半導体レーザを用いれば、安価で小型な光源により励起光を照射することができる。また、励起光の波長帯域を、400nmから420nmまでの範囲内とすれば、効率良く蛍光が発せられる。

## 【 0 0 4 5 】

## 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。まず、図4および図5を参照して、本発明による蛍光画像表示装置を適用した第1の具体的な実施の形態である蛍光内視鏡装置について説明する。図4は本発明による蛍光画像表示装置を適用した蛍光内視鏡装置の概略構成図である。本蛍光内視鏡装置では、励起光が照射された観察部から発せられた蛍光をイメージファイバにより2次元的に検出し、波長帯域光430nm～530nmの狭帯域蛍光画像と波長帯域光4

30nm～730nmの広帯域蛍光画像とを撮像し、両画像の光強度の除算値に基づいてマンセル表色系における色相Hを定めた色相信号を作成し、また白色光を照射された観察部の反射光からIR反射画像を撮像し、IR反射画像の光強度に基づいてマンセル表色系における明度Vを定めた明るさ信号を作成し、両信号を合成した合成画像をモニタ上に表示するものである。

## 【0046】

本発明の第1の実施の形態にかかる蛍光内視鏡装置は、患者の病巣と疑われる部位に挿入される内視鏡挿入部100、通常画像およびIR反射画像撮像用の白色光および蛍光画像撮像用の励起光を発する光源を備える照明ユニット110、波長帯域の異なる2種類の蛍光画像およびIR反射画像を撮像する撮像ユニット120、蛍光画像間の除算値を算出し、除算値に基づいた色相信号と、IR反射画像に光強度に基づいた明るさ信号を求め、両信号に基づいた合成画像を生成する合成画像生成ユニット130、通常画像および合成画像を可視画像として表示するための画像処理を行う画像処理ユニット140、各ユニットに接続され、動作タイミングの制御を行うコントローラ150、画像処理ユニット140で処理された通常画像情報を可視画像として表示するモニタ160、画像処理ユニット140で処理された合成画像を可視画像として表示するモニタ170から構成されている。

## 【0047】

内視鏡挿入部100は、内部に先端まで延びるライトガイド101、CCDケーブル102およびイメージファイバ103を備えている。ライトガイド101およびCCDケーブル102の先端部、即ち内視鏡挿入部100の先端部には、照明レンズ104および対物レンズ105を備えている。また、イメージファイバ103は石英ガラスファイバであり、その先端部には集光レンズ106を備えている。CCDケーブル102の先端部には、図示省略されたカラーフィルタがオンチップされたCCD撮像素子107が接続され、該CCD撮像素子107には、プリズム108が取り付けられている。ライトガイド101は、多成分ガラスファイバである白色光ライトガイド101aおよび石英ガラスファイバである励起光ライトガイド101bがバンドルされ、ケーブル状に一体化されており、白色光ライトガイド101aおよび励起光ライトガイド101bは照明ユニット110へ接続されている。CCDケーブル102の一端は

、画像処理ユニット140 に接続され、イメージファイバ103 の一端は、撮像ユニット120 へ接続されている。

【0048】

照明ユニット110 は、通常画像およびIR反射画像撮像用の白色光L1を発する白色光源111 、該白色光源111 に電氣的に接続された白色光源用電源112 、蛍光画像撮像用の励起光L2を発するG a N系半導体レーザ114 および該G a N系半導体レーザ114 に電氣的に接続されている半導体レーザ用電源115 を備えている。

【0049】

撮像ユニット120 は、イメージファイバ103 を経た蛍光L3から励起光近傍の波長である420nm以下の波長帯域をカットする励起光カットフィルタ121 、3種類の光学フィルタが組み合わされた切換フィルタ122 、該切換フィルタ122 を回転させるフィルタ回転装置124 、切換フィルタ122 を透過した蛍光像またはIR反射像を撮像するCCD撮像素子125 、該CCD撮像素子125 で撮像された信号をデジタル化するA/D 変換回路126 およびA/D 変換回路126 でデジタル化された画像信号を記憶する画像メモリ127 とを備えている。

【0050】

上記切換フィルタ122 は図2に示すような、430nm～730nmの光を透過させるバンドパスフィルタである光学フィルタ123aと、480nm±50nmの光を透過させるバンドパスフィルタである光学フィルタ123bと、750nm～900nmの光を透過させるバンドパスフィルタである光学フィルタ123cとから構成されている。光学フィルタ123aは、広帯域蛍光画像撮像用の光学フィルタであり、光学フィルタ123bは、狭帯域蛍光画像撮像用の光学フィルタであり、光学フィルタ123cは、IR反射画像撮像用の光学フィルタである。この切換フィルタ122 は、白色光L1が照射されている場合には、光路上に光学フィルタ123cが配置され、励起光L2が照射されている場合には、光学フィルタ123aまたは光学フィルタ123bが交互に配置されるように、フィルタ回転装置124 を介してコントローラ150 に制御されている。

【0051】

CCD撮像素子125 は、500×500画素の撮像素子であり、コントローラ



150 の制御によりIR反射画像を撮像する際には、通常を読み出しを行うが、蛍光画像を撮像する際には、蛍光画像の信号強度を上げるために、 $5 \times 5$  個分の画素の出力を加算した上で読み出すビニング読み出しを行う。このため、蛍光画像を撮像する際には、見かけ上は  $100 \times 100$  画素の撮像素子として動作する。

## 【 0 0 5 2 】

画像メモリ127 は、図示省略した狭帯域蛍光画像記憶領域、広帯域蛍光画像記憶領域およびIR反射画像記憶領域から構成され、励起光L2が照射され、狭帯域蛍光画像撮像用の光学フィルタ123aが光路上に配置された状態で撮像された蛍光画像は狭帯域蛍光画像記憶領域に保存され、励起光L2が照射され、広帯域蛍光画像撮像用の光学フィルタ123bが光路上に配置された状態で撮像された蛍光画像は広帯域蛍光画像記憶領域に保存される。また白色光L1が照射され、IR反射画像撮像用の光学フィルタ123cが光路上に配置された状態で撮像されたIR反射画像はIR反射画像記憶領域に保存される。

## 【 0 0 5 3 】

前述したように、読み出し方法が異なるため、IR反射画像の画素数は  $500 \times 500$  画素であり、狭帯域蛍光画像および広帯域蛍光画像の画素数は  $100 \times 100$  画素となる。

## 【 0 0 5 4 】

合成画像生成ユニット130 は、予め、蛍光画像間の除算値の範囲とマンセルの色相環における色相H ( $0 \text{ rad} \sim 2/3 \text{ rad}$  , Red~Yellow~Green領域) とが対応したルックアップテーブルが記憶され、色相信号を定める演算部131 、予めIR反射画像の光強度の範囲と、マンセル表色系における明度V (V a l u e) とが対応したルックアップテーブルが記憶され、明るさ信号を定める演算部132 および両信号に基づいて合成画像を生成する画像合成部133 から構成されている。

## 【 0 0 5 5 】

画像処理ユニット140 は、CCD撮像素子107 で撮像された画像信号からカラー画像である通常画像を作成する信号処理回路141 、該信号処理回路で得られた通常画像をデジタル化するA/D 変換回路142 、デジタル化された通常画像を保存する通常画像メモリ143 、該通常画像メモリ143 から出力された通常画像および

画像合成部133 で合成された合成画像をビデオ信号に変換するビデオ信号処理回路144 を備えている。

## 【 0 0 5 6 】

以下、本発明による蛍光表示装置を適用した上記構成の内視鏡装置の作用について説明する。まず、通常画像の撮像および通常画像の表示時の作用を説明し、次に反射画像の撮像、蛍光画像の撮像時の作用を説明し、その後で合成画像の合成および表示時の作用について説明する。

## 【 0 0 5 7 】

本内視鏡装置においては、通常画像およびIR反射画像の撮像と、蛍光画像の撮像が時分割で交互に行われる。通常画像およびIR反射画像の撮像時には、コントローラ150 からの信号に基づき白色光源電源112 が駆動され、白色光源111 から白色光L1が射出される。白色光L1は、レンズ113 を経て白色光ライトガイド101a に入射され、内視鏡挿入部先端まで導光された後、照明レンズ104 から観察部10へ照射される。

## 【 0 0 5 8 】

白色光L1の反射光L4は対物レンズ105 によって集光され、プリズム108 に反射して、CCD撮像素子107 に結像される。

## 【 0 0 5 9 】

信号処理回路141 では、CCD撮像素子107 で撮像された画像信号からカラー画像である通常画像を作成する。通常画像はA/D 変換回路142 へ入力され、デジタル化された後、通常画像メモリ143 に保存される。該通常画像メモリ143 に保存された通常画像は、ビデオ信号発生回路144 によってビデオ信号に変換された後にモニタ160 に入力され、該モニタ160 に可視画像として表示される。上記一連の動作は、コントローラ150 によって制御される。

## 【 0 0 6 0 】

一方、同時に白色光L1の反射光L4は、集光レンズ106 により集光され、イメージファイバ103 の先端に入射され、イメージファイバ103 を経て、レンズ128 により集光され、励起光カットフィルタ121 および切換フィルタ122 の光学フィルタ123cを透過する。

## 【 0 0 6 1 】

光学フィルタ123cは、波長帯域 7 5 0 nm ~ 9 0 0 nm の光のみを透過させるバンドパスフィルタであるため、光学フィルタ123cを透過した反射像は、反射光L5の中の近赤外波長帯域のみが透過したIR反射像となる。

## 【 0 0 6 2 】

このIR反射像は、CCD撮像素子125 で受光される。CCD撮像素子125 で光電変換されたIR反射画像は、A/D 変換回路126 でデジタル信号に変換された後、画像メモリ127 のIR反射画像記憶領域に保存される。

## 【 0 0 6 3 】

次に、蛍光像を撮像する場合の作用について説明する。コントローラ150 からの信号に基づき、励起光源電源115 が駆動され、Ga N系半導体レーザ114 から波長 4 1 0 nm の励起光L2が射出される。励起光L2は、レンズ116 を透過し、励起光ライトガイド101bに入射され、内視鏡挿入部先端まで導光された後、照明レンズ104 から観察部10へ照射される。

## 【 0 0 6 4 】

励起光L2を照射されることにより生じる観察部10からの蛍光L3は、集光レンズ106 により集光され、イメージファイバ103 の先端に入射され、イメージファイバ103 を経て、レンズ128 により集光され、励起光カットフィルタ121 および切換フィルタ122 の光学フィルタ123aまたは123bを透過する。

## 【 0 0 6 5 】

光学フィルタ123aは、波長帯域 4 3 0 nm ~ 7 3 0 nm の光を透過させるバンドパスフィルタであり、光学フィルタ123aを透過した蛍光は、広帯域蛍光画像となる。光学フィルタ123bは、波長帯域  $4 8 0 \pm 5 0$  nm の光を透過させるバンドパスフィルタであり、光学フィルタ123bを透過した蛍光は、狭帯域蛍光画像となる。

## 【 0 0 6 6 】

広帯域蛍光画像および狭帯域蛍光画像は、CCD撮像素子125 で受光され、光電変換された後、ビニング読み出しにより  $5 \times 5$  画素分の信号が加算されて読み出され、A/D 変換回路126 でデジタル信号に変換され、画像メモリ127 の広帯域蛍光画像記憶領域および狭帯域蛍光画像記憶領域に保存される。上記のようにビ

ニング読み出しを行なうことにより光強度の弱い蛍光像を精度良く撮像することができるが、蛍光画像の画素数は、通常読み出しを行った場合の  $1/25$  である  $100 \times 100$  画素となる。

#### 【0067】

以下、合成画像の生成における作用を説明する。まず、合成画像生成ユニット 130 の演算部 131 では、画像メモリ 127 の広帯域蛍光画像記憶領域および狭帯域蛍光画像記憶領域に保存された狭帯域蛍光画像および広帯域蛍光画像の各画素毎に、狭帯域蛍光画像における信号値を広帯域蛍光画像における信号値で除算し、その除算値と予め記憶されているルックアップテーブルを用いて、マンセル表色系における色相  $H$  (Hue) を定め、色相信号として画像合成部 133 に出力する。

#### 【0068】

演算部 132 では、画像メモリ 127 の IR 反射画像記憶領域に保存された IR 反射画像の各画素毎に、信号強度とルックアップテーブルを用いて、マンセル表色系における明度  $V$  を定め、明るさ信号として画像合成部 133 に出力する。

#### 【0069】

画像合成部 133 は、一つの画素に対応する色相信号を、 $5 \times 5$  個の画素に対応する色相信号に変換し、色相信号が対応する画素数を  $100 \times 100$  画素から  $500 \times 500$  画素に拡大し、その後に、色相  $H$  と演算部 132 で求めた明度  $V$  に基づいた合成画像を生成する。なお、画像をカラー表示する場合に、色の 3 属性である、色相、明度と彩度が必要であるため、画像合成の際には、マンセル表色系における彩度  $S$  (Saturation) として、各色相、明度毎の最大値を設定する。

#### 【0070】

その後、次式を用いて、RGB 変換を行い、合成画像を生成しビデオ信号処理回路 144 へ出力する。

#### 【0071】

$$R = V / 3 + 2 S \cos (H / 6)$$

$$G = V / 3 - S \cos (H / 6) + S \sin (H / 2)$$

$$B = V / 3 - S \cos (H / 6) - S \sin (H / 2)$$

ビデオ信号発生回路144 によってビデオ信号に変換された合成画像は、モニタ170 に入力され、該モニタ170 に可視画像として表示される。上記一連の動作は、コントローラ150 によって制御される。

#### 【 0 0 7 2 】

上記のような作用により、表示された合成画像の色相は、2 種類の蛍光画像間の光強度の除算値、すなわち観察部10から発せられた蛍光の蛍光スペクトルの形状の違いを反映させたものとなり、明るさは、IR反射画像の光強度、すなわち観察部10の形状を反映させたものとなるので、1 枚の画像に、観察部10から発せられた蛍光に関する情報とともに、観察部の形状に関する情報を表示することができ、観察者に違和感を与えることがない。このため、観察者は、容易に観察部の組織性状を判定することができる。

#### 【 0 0 7 3 】

また、2 種類の蛍光画像間の光強度の除算値を用いたので、ルックアップテーブルが占める記憶領域が小さなものとなり、色相を定める際の数学的处理も簡素化される。

#### 【 0 0 7 4 】

また、蛍光画像間の光強度の除算値に基づいて、マンセルの色相環における色相Hを定めたことにより、光強度の除算値を、容易に色相のみに対応させることができ、正確に蛍光の蛍光スペクトルの形状の違いを、合成画像に反映させることができる。

#### 【 0 0 7 5 】

また彩度Sを独立に設定可能であるため、彩度Sとして、各明度、色相毎の最大値を設定でき、合成画像上に蛍光の蛍光スペクトルの形状の違いを明瞭な色彩変化として表示できる。このため、観察者は一層容易に組織性状を判定できる。

#### 【 0 0 7 6 】

さらに、蛍光画像は、撮像する際にビニング読み出しにより読み出されるため、蛍光画像の画素数は1 0 0 × 1 0 0 画素であり、そのため色相信号も1 0 0 × 1 0 0 画素に対応した信号であるが、合成画像を生成する際に、色相信号の1 つ

の信号を  $5 \times 5$  個の画素に対応する信号に変換し、色相信号が対応する画素数を  $100 \times 100$  画素から  $500 \times 500$  画素に拡大した後に、明るさ信号と合成画像を生成したので、表示画像の画素数は、 $500 \times 500$  画素に対応したものとなり、観察部の形状を明瞭に表示することができる。

【0077】

また、励起光L2の光源として、Ga N系半導体レーザ112 を用いたため、安価で小型な光源により励起光を照射することができる。また、励起光の波長を、410nmとしたため、観察部10から効率良く蛍光が発せられる。

【0078】

なお、上記第1の実施の形態の変型例として、合成画像を生成する際に、蛍光画像間の除算値と、予め蛍光画像間の除算値と対応して色相が記憶されているルックアップテーブルを用いて色相を定める代わりに、2種類の蛍光画像の光強度と、表1に示すような符号なし16bitに変換された蛍光画像間の光強度の比率と対応して色相が記憶されているルックアップテーブルを用いて色相を定めるものが考えられる。この場合には、蛍光画像間の除算が不用になるため、蛍光の光強度が小さい場合等でも、安定した数学的处理が可能となる。

【0079】

【表1】

		狭帯域蛍光画像強度				
		0	1	2	...	65535
広帯域 蛍光 画像 強度	0	H=2/3rad				
	1	...	H=2/3rad			
	2	...	...	H=2/3rad		
	...	...	...	...	...	
	65535	H=0rad	...	...	...	H=2/3rad

次に図6および図7を参照して、本発明による蛍光画像表示装置を適用した第2の具体的な実施の形態である内視鏡装置について説明する。図6は本発明によ

る蛍光画像表示装置を適用した内視鏡装置の概略構成図である。本内視鏡装置では、励起光が照射された観察部から発せられた蛍光をイメージファイバにより2次元的に検出し、波長帯域光 $480 \pm 50 \text{ nm}$ の狭帯域蛍光画像と波長帯域光 $430 \text{ nm} \sim 730 \text{ nm}$ の広帯域蛍光画像とを撮像し、両者の除算値に基づいてXYZ表色系における色度座標 $x$ ,  $y$ を色相信号として定め、また近赤外光を照射された観察部の反射光からIR反射画像を撮像し、その光強度に基づいて輝度 $Y$ を明るさ信号として定め、両信号に基づいた合成画像をモニタ上に表示するものである。

## 【0080】

本発明の第2の実施の形態にかかる内視鏡装置は、患者の病巣と疑われる部位に挿入される内視鏡挿入部200、通常画像撮像用の白色光L1、IR反射画像撮像用の近赤外光L5および蛍光画像撮像用の励起光L2を発する光源を備える照明ユニット210、波長帯域の異なる2種類の蛍光画像およびIR反射画像を撮像する撮像ユニット220、蛍光画像間の除算値を算出し、除算値に基づいて色相信号を求め、またIR反射画像の光強度に基づいて明るさ信号を定め、両信号に基づいた合成画像を生成する合成画像生成ユニット230、通常画像および合成画像を可視画像として表示するための画像処理を行う画像処理ユニット140、各ユニットに接続され、動作タイミングの制御を行うコントローラ240、画像処理ユニット140で処理された通常画像情報を可視画像として表示するモニタ170、画像処理ユニット140で処理された合成画像を可視画像として表示するモニタ170から構成されている。なお、図1に示す第1の具体的な実施の形態と同等の要素については同番号を付し、特に必要のない限りその説明は省略する。

## 【0081】

内視鏡挿入部200は、内部に先端まで延びるライトガイド201を備え、他の構成は、第1の具体的な実施の形態における内視鏡挿入部100と同様である。ライトガイド201は、石英ガラスファイバである励起光ライトガイド202a、多成分ガラスファイバである白色光ライトガイド202b、および多成分ガラスファイバである近赤外光ライトガイド202cがバンドルされ、ケーブル状に一体化されており、白色光ライトガイド202b、励起光ライトガイド202aおよび近赤外光ライトガイド202cは照明ユニット210へ接続されている。

## 【 0 0 8 2 】

照明ユニット210 は、白色光源111 、白色光源用電源112 、 G a N系半導体レーザー114 および半導体レーザー用電源115 に加え、 IR反射像撮像用の波長帯域 7 5 0 nm〜 9 0 0 nmの近赤外光L5を発する近赤外光源211 、該近赤外光源201 に電氣的に接続された近赤外光源用電源212 を備えている。

## 【 0 0 8 3 】

撮像ユニット220 は、イメージファイバ103 を経た蛍光L3から励起光近傍の波長である 4 2 0 nm以下の波長帯域をカットする励起光カットフィルタ121 、波長 7 0 0 nm以下の光を透過させ、 7 0 0 nm以上の光を直角方向へ反射するダイクロイックミラー221 、ダイクロイックミラー221 を透過した蛍光像を撮像するモザイクフィルタ222 がオンチップされた C C D撮像素子223 、該 C C D撮像素子223 で撮像された信号をデジタル化する A/D 変換回路224 、 A/D 変換回路224 でデジタル化された画像信号を記憶する画像メモリ225 、ダイクロイックミラー221 で反射された IR反射画像を撮像する C C D撮像素子226 、該 C C D撮像素子226 で撮像された信号をデジタル化する A/D 変換回路227 、 A/D 変換回路227 でデジタル化された画像信号を記憶する画像メモリ228 とを備えている。

## 【 0 0 8 4 】

上記モザイクフィルタ222 は図 7 に示すような、 2 種類の微少な光学フィルタ 222aおよび222bから構成され、光学フィルタ222aは狭帯域蛍光画像撮像用の光学フィルタであり 4 8 0 ± 5 0 nmの光を透過させるバンドパスフィルタであり、光学フィルタ222bは、広帯域蛍光画像撮像用の光学フィルタであり、 4 3 0 nm〜 7 3 0 nmの光を透過させるバンドパスフィルタである。各微少な光学フィルタは C C D撮像素子223 の画素と 1 対 1 に対応している。

## 【 0 0 8 5 】

画像メモリ225 は、図示省略した狭帯域蛍光画像記憶領域および広帯域蛍光画像記憶領域から構成され、 C C D撮像素子223 の狭帯域蛍光画像撮像用の光学フィルタ222aと対応した画素で撮像された蛍光画像は狭帯域蛍光画像記憶領域に保存され、広帯域蛍光画像撮像用の光学フィルタ222bと対応した画素で撮像された蛍光画像は広帯域蛍光画像記憶領域に保存される。



## 【 0 0 8 6 】

このため、CCD撮像素子223 は、 $200 \times 200$ 画素の撮像素子であるが、各蛍光画像の画素数は $100 \times 100$ 画素となる。

## 【 0 0 8 7 】

合成画像生成ユニット230 は、予め、蛍光画像間の除算値の範囲とXYZ表色系における色度座標 $x$ 、 $y$ とが対応したルックアップテーブルが記憶され、色相信号を定める演算部231、予めIR反射画像の光強度の範囲とXYZ表色系における輝度 $Y$ とが対応したルックアップテーブルが記憶され、明るさ信号を定める演算部232 および両信号に基づいて合成画像を生成する画像合成部233 から構成されている。

## 【 0 0 8 8 】

演算部231 におけるルックアップテーブルでは、除算値が符号なし16bit 変換された値と、図3に示す $x$   $y$ 色度図において、Red (650nm) ~Yellow~Green (520nm) 領域へかけてのスペクトル軌跡上の座標が、表2に示すように対応されている。

## 【 0 0 8 9 】

【表2】

除算値	0	1	2	...	65535
波長	520.0nm			...	650.0nm
色度	$x=0.0743$ $y=0.8338$			...	$x=0.7260$ $y=0.2740$

以下、本発明による蛍光表示装置を適用した上記構成の内視鏡装置の作用について説明する。通常画像の撮像および通常画像の表示時の作用は第1の実施の形態と同様であるため、省略し、反射画像の撮像、蛍光画像の撮像時の作用を説明し、その後で合成画像の合成および表示時の作用について説明する。

## 【 0 0 9 0 】

本内視鏡装置においては、通常画像、IR反射画像および蛍光画像の撮像が時分割で交互に行われる。IR反射画像の撮像時には、コントローラ240 からの信号に基づき近赤外光源電源212 が駆動され、近赤外光源211 から波長帯域750nm～

9 0 0 nmの近赤外光L5が射出される。近赤外光L5は、レンズ213 を経て近赤外光ライトガイド202cに入射され、内視鏡挿入部先端まで導光された後、照明レンズ104 から観察部10へ照射される。

【 0 0 9 1 】

近赤外光L5の反射光L6は、集光レンズ106 により集光され、イメージファイバ103 の先端に入射され、イメージファイバ103 を経て、レンズ128 により集光され、励起光カットフィルタ121 透過し、ダイクロイックミラー221 に入射する。

【 0 0 9 2 】

ダイクロイックミラー221 は、波長7 0 0 nm以上の光は、直角方向に反射するため、近赤外光L5の反射光L6は、反射され、レンズ229 によりCCD撮像素子226 で受光される。CCD撮像素子226 で光電変換されたIR反射画像は、A/D 変換回路227 でデジタル信号に変換された後、画像メモリ228 に保存される。なお、CCD撮像素子226 は、5 0 0 × 5 0 0 画素の撮像素子であり、IR反射画像も5 0 0 × 5 0 0 画素の画像として保存される。

【 0 0 9 3 】

次に、蛍光像を撮像する場合の作用について説明する。コントローラ240 からの信号に基づき、励起光源電源115 が駆動され、Ga N系半導体レーザ114 から波長4 1 0 nmの励起光L2が射出される。励起光L2は、レンズ116 を透過し、励起光ライトガイド101bに入射され、内視鏡挿入部先端まで導光された後、照明レンズ104 から観察部10へ照射される。

【 0 0 9 4 】

励起光L2を照射されることにより生じる観察部10からの蛍光L3は、集光レンズ106 により集光され、イメージファイバ103 の先端に入射され、イメージファイバ103 を経て、レンズ128 により集光され、励起光カットフィルタ121 およびダイクロイックミラー221 を透過して、CCD撮像素子223 にオンチップされたモザイクフィルタ222 に入射する。

【 0 0 9 5 】

上記モザイクフィルタ222 の狭帯域蛍光画像撮像用の光学フィルタ222aを透過した蛍光は、狭帯域蛍光画像となり、広帯域蛍光画像撮像用の光学フィルタ222b

を透過した蛍光は、広帯域蛍光画像となる。

【 0 0 9 6 】

広帯域蛍光画像および狭帯域蛍光画像は、CCD撮像素子223で受光され、光電変換された後、A/D変換回路224でデジタル信号に変換され、画像メモリ225の広帯域蛍光画像記憶領域および狭帯域蛍光画像記憶領域に保存される。

【 0 0 9 7 】

CCD撮像素子223は $200 \times 200$ 画素の撮像素子であり、モザイクフィルタ222の各光学フィルタは1対1で、CCD撮像素子223の画素に対応しているため、広帯域蛍光画像および狭帯域蛍光画像は、 $100 \times 100$ 画素として保存される。

【 0 0 9 8 】

以下、合成画像の生成における作用を説明する。まず、合成画像生成ユニット230の演算部231では、画像メモリ225の狭帯域蛍光画像記憶領域および広帯域蛍光画像記憶領域に保存された狭帯域蛍光画像および広帯域蛍光画像の各画素毎に、狭帯域蛍光画像における信号値を広帯域蛍光画像における信号値で除算し、その除算値を符号なし16bitに変換した後、予め記憶されているルックアップテーブルを用いて、XYZ表色系における色度座標 $x$ 、 $y$ を定め、色相信号として画像合成部233に出力する。

【 0 0 9 9 】

演算部232では、画像メモリ228に保存されたIR反射画像の各画素毎に、信号強度とルックアップテーブルを用いて、XYZ表色系における輝度 $Y$ を定め、明るさ信号として画像合成部233に出力する。

【 0 1 0 0 】

画像合成部233は、一つの画素に対応する色相信号を、 $5 \times 5$ 個の画素に対応する色相信号に変換し、色相信号が対応する画素数を $100 \times 100$ 画素から $500 \times 500$ 画素に拡大し、その後に、演算部232で求めた明るさ信号である輝度 $Y$ を用いて合成画像を生成する。

【 0 1 0 1 】

合成画像生成の際には、まず、色度座標 $x$ 、 $y$ および輝度 $Y$ と、次式から $X$ 、

Y、Zを求める。

【0 1 0 2】

$$x = X / (X + Y + Z)$$

$$y = Y / (X + Y + Z)$$

$$z = Z / (X + Y + Z)$$

その後、次式を用いて、RGB変換を行い、合成画像を生成しビデオ信号処理回路144へ出力する。

【0 1 0 3】

$$R = 0.41844X - 0.15866Y - 0.08283Z$$

$$G = -0.09117X + 0.25242Y + 0.01570Z$$

$$B = 0.00092X - 0.00255Y - 0.17858Z$$

ビデオ信号発生回路144によってビデオ信号に変換された合成画像は、モニタ170に入力され、該モニタ170に可視画像として表示される。上記一連の動作は、コントローラ240によって制御される。

【0 1 0 4】

上記のような作用により、表示された合成画像の色相は、2種類の蛍光画像間の光強度の除算値、すなわち観察部10から発せられた蛍光の蛍光スペクトルの形状の違いを反映させたものとなり、明るさは、IR反射画像の光強度、すなわち観察部10の形状を反映させたものとなるので、1枚の画像に、観察部10から発せられた蛍光に関する情報とともに、観察部の形状に関する情報を表示することができ、観察者に違和感を与えることがない。このため、観察者は、容易に観察部の組織性状を判定することができる。

【0 1 0 5】

また、2種類の蛍光画像間の光強度の除算値を用いたので、ルックアップテーブルが占める記憶要領が小さなものとなり、色相を定める際の数学的处理も簡素化される。

【0 1 0 6】

また、2枚の画像間の光強度の除算値を、XYZ表色系における色度座標x、yのスペクトル軌跡上の座表に対応させて定めたことにより、光強度の除算値を

、容易に色相に対応させることができ、正確に蛍光の蛍光スペクトルの形状の違いを、合成画像の色相に反映させることができる。

## 【 0 1 0 7 】

また、色度座標  $x$  ,  $y$  を定める際に、彩度  $S$  は、最大値として色相信号に含まれるため、合成画像上に蛍光の蛍光スペクトルの形状の違いを明瞭な色彩変化として表示できる。このため、観察者は一層容易に組織性状を判定できる。また画像を合成する際に、彩度  $S$  を設定する必要がなく、数学的处理が簡素化される。

## 【 0 1 0 8 】

また、蛍光画像の画素数は  $100 \times 100$  画素であり、そのため色相信号も  $100 \times 100$  画素に対応した信号であるが、合成画像を生成する際に、色相信号の1つの信号を  $5 \times 5$  個の画素に対応する信号に変換し、色相信号が対応する画素数を  $100 \times 100$  画素から  $500 \times 500$  画素に拡大した後に、明るさ信号と合成画像を生成したので、表示画像の画素数は、 $500 \times 500$  画素に対応したも  $p$  のとなり、観察部の形状を明瞭に表示することができる。

## 【 0 1 0 9 】

なお、励起光  $L2$  の光源として、 $GaN$  系半導体レーザ112 を用いたため、安価で小型な光源により励起光を照射することができる。また、励起光の波長を、 $410\text{nm}$  としたため、観察部10から効率良く蛍光が発せられる。

## 【 0 1 1 0 】

また、モザイクフィルタ222 を用いたため、切換フィルタが不用となり、光学系が簡素化されている。

## 【 0 1 1 1 】

なお、上記第2の実施の形態の変型例として、合成画像を生成する際に、蛍光画像間の除算値と、予め蛍光画像間の除算値と対応して、色度座標  $x$  ,  $y$  が記憶されているルックアップテーブルを用いて色相を定める代わりに、2種類の蛍光画像の光強度と、表3に示すような符号なし16bitに変換された蛍光画像間の光強度の比率と対応してRed ( $650\text{nm}$ ) ~Yellow~Green ( $520\text{nm}$ ) 領域の色相が記憶されているルックアップテーブルを用いて色度座標  $x$  ,  $y$  を定めるものが考えられる。

【 0 1 1 2 】

【表 3】

		狭帯域蛍光画像強度				
		0	1	2	...	65535
広帯域 蛍光 画像 強度	0	x=0.0743 y=0.8338				
	1	...	x=0.0743 y=0.8338			
	2	...	...	x=0.0743 y=0.8338		
	...	...	...	...	...	
	65535	x=0.7260 y=0.2740	...	...	...	x=0.0743 y=0.8338

この場合には、蛍光画像間の除算が不用になるため、蛍光の光強度が小さい場合等でも、安定した数学的处理が可能となる。

【 0 1 1 3 】

なお、上記実施の形態では、混色系の例として、XYZ表色系の $x$   $y$ 色度図を用いたが、LUV色空間の $u^*$   $v^*$ 色度図やLAB色空間の $a^*$   $b^*$ 色度図等を利用してよい。 $u^*$   $v^*$ 色度および $a^*$   $b^*$ 色度は、 $x$   $y$ 色度よりも色空間の均等性が改良されているため、眼の色識別能を考慮して、演算値に色を割り当てることことができる。

【 0 1 1 4 】

また、上記各実施の形態において、2種類の蛍光画像間の除算値または比率の代わりに、蛍光画像とIR反射画像間の除算値または比率を用いることもできる。この場合には、表示された画像の色相は、蛍光画像と反射画像間の光強度の比率、すなわち観察部から発せられた蛍光の蛍光収率を反映させたものとなり、明るさは、反射画像の光強度、すなわち観察部の形状を反映させたものとなるので、1枚の画像に、観察部から発せられた蛍光に関する情報とともに、観察部の形状に関する情報を表示することができ、観察者に違和感を与えることがない。

## 【0115】

また、演算部での比較は、各画素単位で行うことに限定されず、計算機を用いて観察者の所望する任意の縦横  $n \times m$  画素単位で行ったり、あるいは演算量を考慮して、適当に画素を間引いて比較を行なうこともできる。比較画素を間引いた場合などには、近傍の比較結果により補完表示を行えばよい。

## 【0116】

また、観察者の指定した領域のみの比較を行なうこともできる。比較処理を行っていない領域がある場合には、その領域の表示色を所定の色で表示することにより、比較領域を明確に表示できる。

## 【0117】

また、通常画像と合成画像を表示する方法については、モニタ160とモニタ170とで、別々に表示する形態となっているが、1つのモニタで兼用して表示するようにしてもよい。その際、通常画像と合成画像の表示の切換えは、コントローラにより時系列で自動的に行ってもよいし、観察者が適当な切替手段で、任意に切り換える形態であってもよい。

## 【0118】

また、GaN系半導体レーザおよび白色光源を別個の構成としたが、適当な光学透過フィルタを利用して、単一の光源を励起光源と白色光源とで兼用することもできる。

## 【0119】

また、通常画像撮像用のCCD撮像素子107を内視鏡先端に設置する形態としたが、イメージファイバを用いることにより、撮像ユニット内に設置してもよい。さらに、通常画像撮像用および蛍光画像および反射画像撮像用のイメージファイバと撮像素子を共通化してもよい。この場合には、4分割された切換フィルタ、あるいは4分割されたモザイクフィルタ等を利用して、通常画像を得るためのフィルタ手段を撮像素子の前面に設置しておけばよい。

## 【0120】

さらに、上記のような4分割されたモザイクフィルタがオンチップされた撮像素子を内視鏡先端に設置すれば、同様に通常画像撮像用と蛍光画像撮像用と反射

画像撮像用の撮像素子を 1 つの撮像素子で、兼用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

マンセル表色系における色相環の説明図

【図 2】

マンセル色立体の説明図

【図 3】

X Y Z 表色系の x y 色度図

【図 4】

本発明の第 1 の実施の形態による蛍光内視鏡装置の概略構成図

【図 5】

切換フィルタの概略構成図

【図 6】

本発明の第 2 の実施の形態による蛍光内視鏡装置の概略構成図

【図 7】

モザイクフィルタの模式図

【図 8】

正常組織および病変組織から発せられる蛍光のスペクトル強度分布

【符号の説明】

10	観察部
L1	白色光
L2	励起光
L3	蛍光
L4,L6	反射光
L5	近赤外光
100,200	内視鏡挿入部
101,201	ライトガイド
102	CCDケーブル
103	イメージファイバ

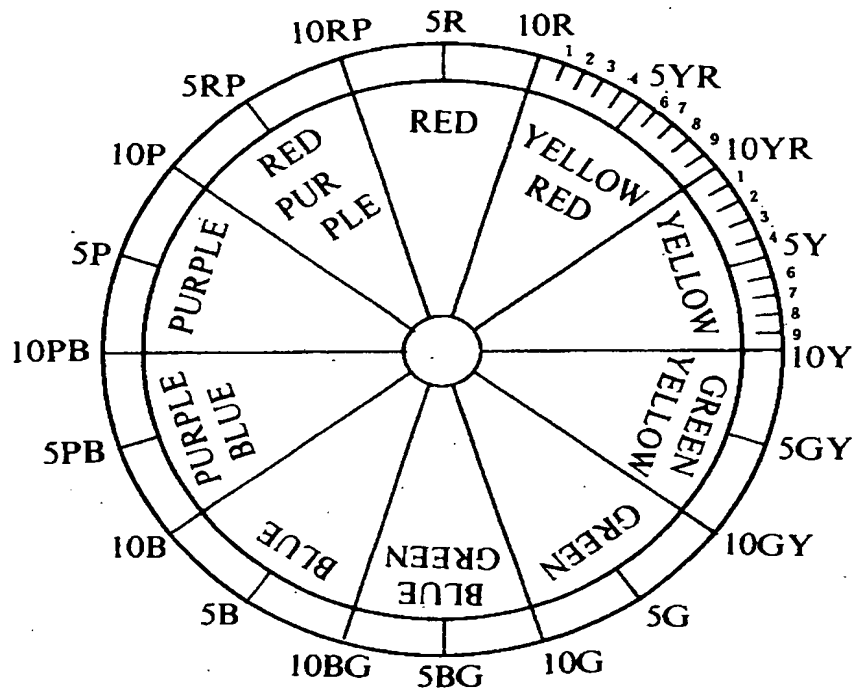


107,125,223,226	C C D 撮像素子
110,210	照明ユニット
111	白色光源
114	G a N 系半導体レーザ
120,220	蛍光撮像ユニット
122	切換フィルタ
130,230	合成画像生成ユニット
140	通常画像処理ユニット
150,240	コントローラ
160,170	モニタ

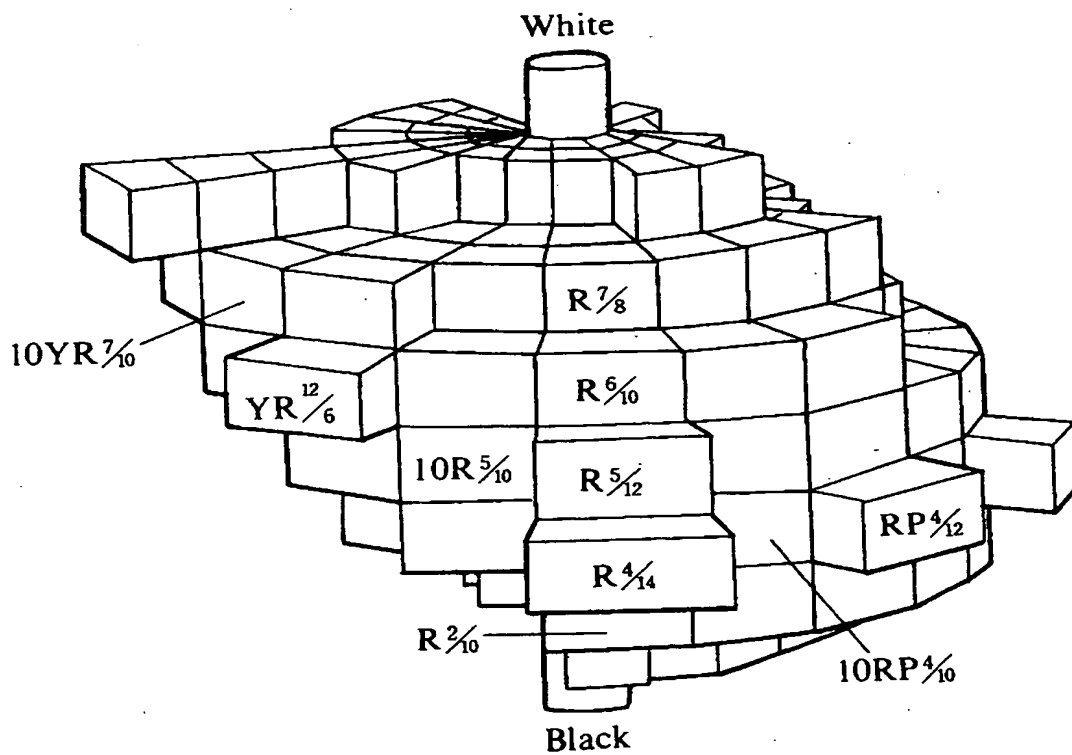
【書類名】

図面

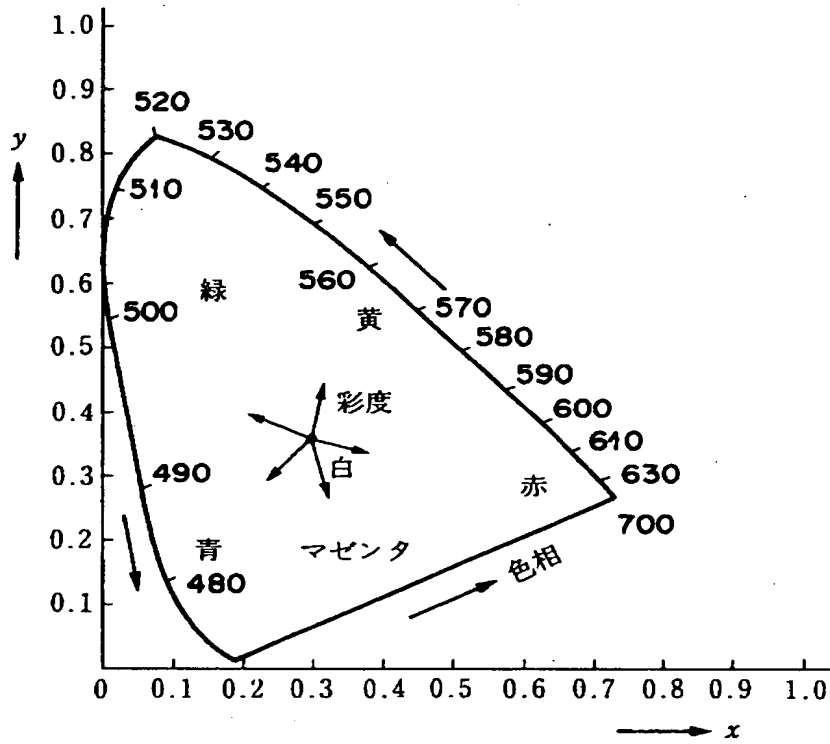
【図 1】



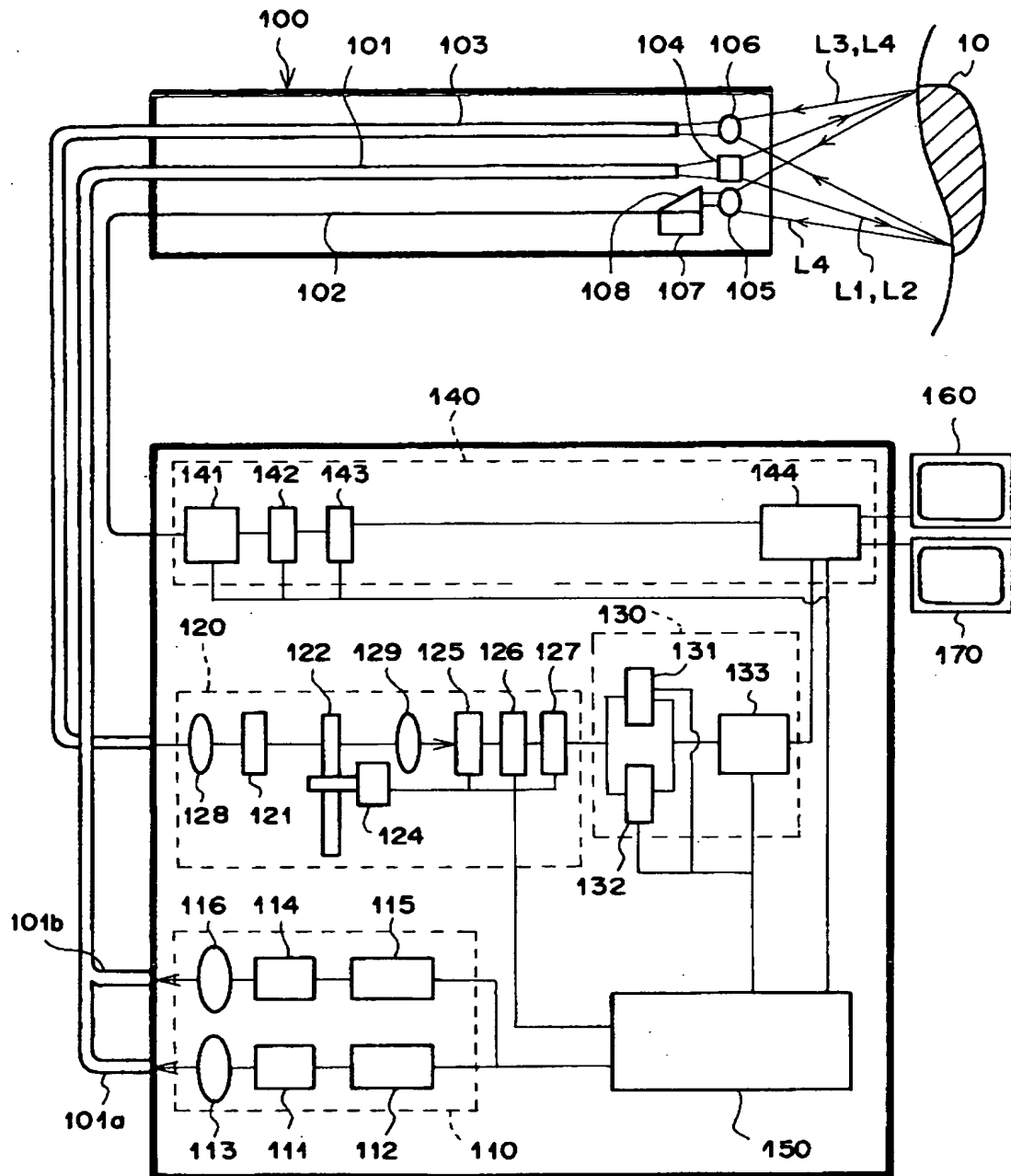
【図 2】



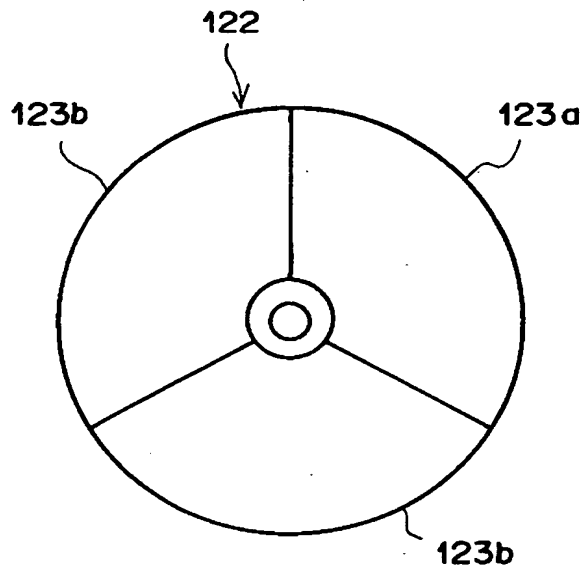
【図 3】



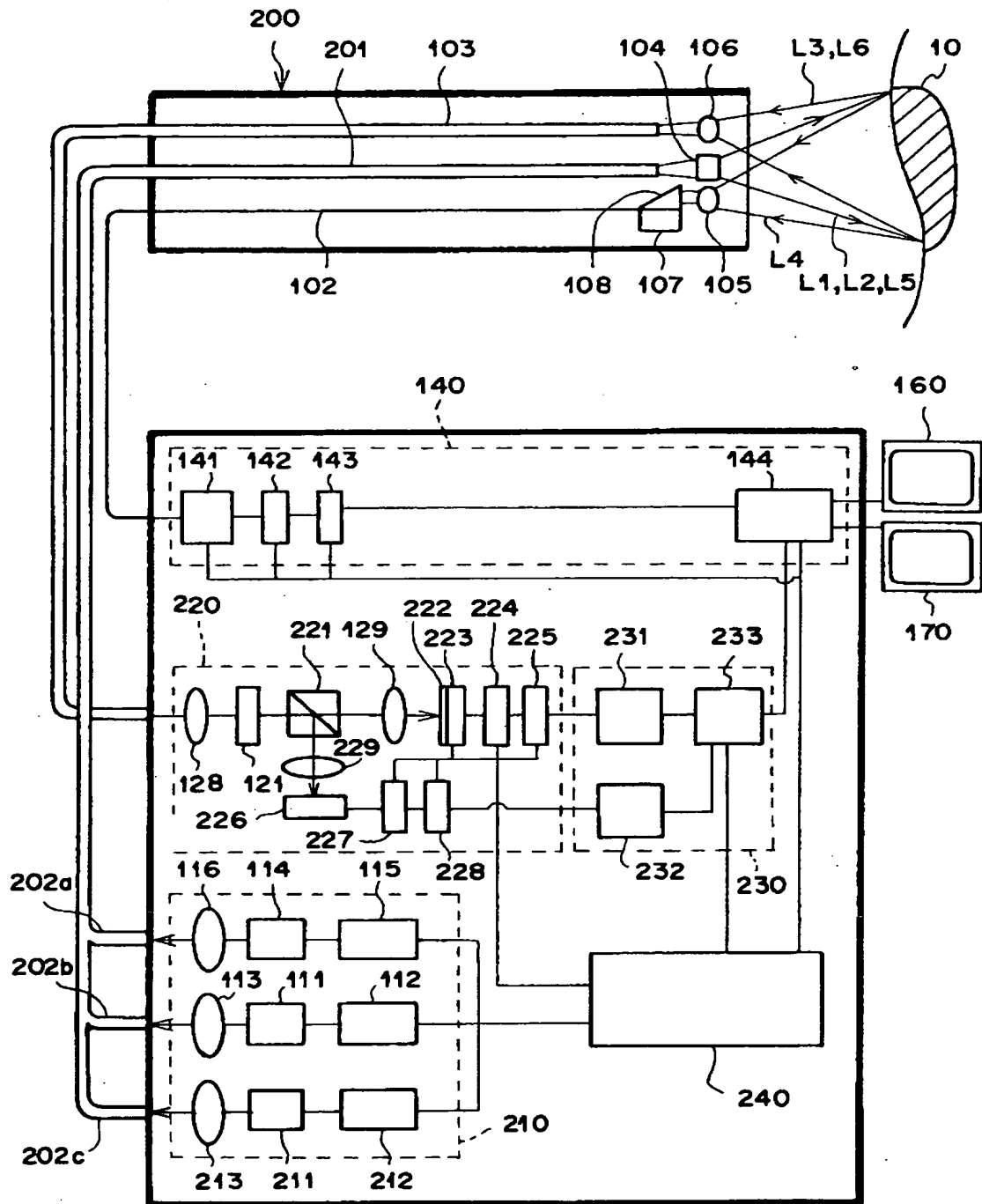
【図4】



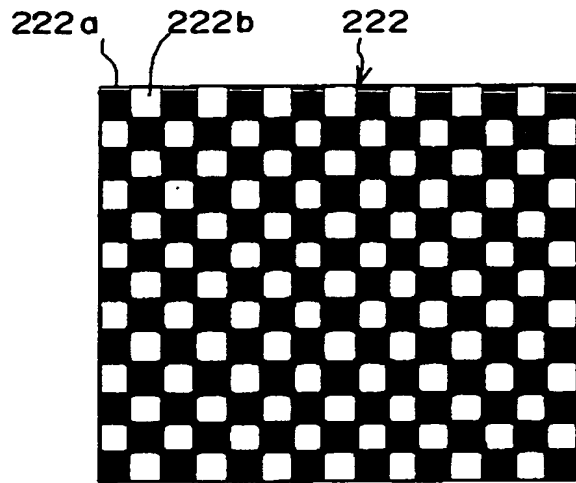
【図 5】



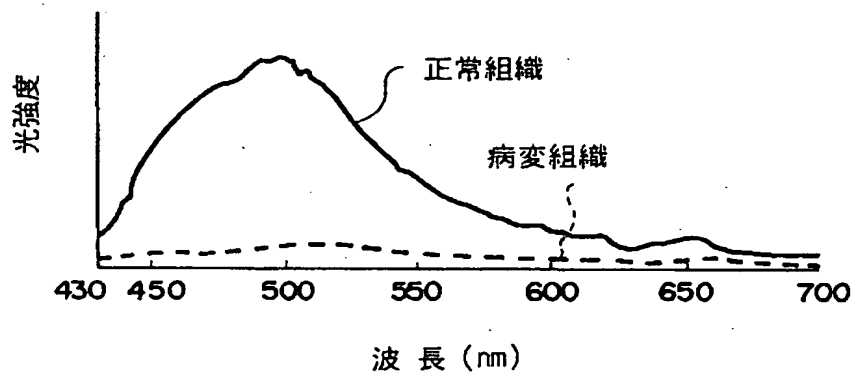
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 観察部の組織性状を反映する蛍光に基づいた情報とともに、観察部の形状に関する情報を含む画像を表示し、観察者に与える違和感を低減する。

【解決手段】 励起光L2が照射された観察部10から発せられた蛍光L3から、切換フィルタ122 およびCCD撮像素子125 を用いて、波長帯域の異なる2種類の蛍光画像を撮像し、演算部131 で、画素毎に蛍光画像間の光強度の除算値を求め、予め記憶されたルックアップテーブルを用いて、除算値に対応するマンセル表色系の色相Hを定める。また白色光L1が観察部10で反射された反射光L4の中の近赤外波長帯域のIR反射画像を撮像し、演算部132 で、IR反射画像の光強度と、予め記憶されたルックアップテーブルを用いて、光強度に対応する明度Vを定める。画像合成部133 において、色相Hおよび明度Vから合成画像を作成し、モニター170 に表示する。色相Hは観察部の組織性状を示し、明度Vは組織形状を示す。

【選択図】 図4



認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2000-169196
受付番号	50000700853
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成12年 6月 7日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年 6月 6日
【特許出願人】	
【識別番号】	000005201
【住所又は居所】	神奈川県南足柄市中沼 210 番地
【氏名又は名称】	富士写真フイルム株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100073184
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜 3-18-20 B E N E X S-1 7 階 柳田国際特許事務所
【氏名又は名称】	柳田 征史
【選任した代理人】	
【識別番号】	100090468
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜 3-18-20 B E N E X S-1 7 階 柳田国際特許事務所
【氏名又は名称】	佐久間 剛

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005201]

1. 変更年月日	1990年 8月14日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県南足柄市中沼210番地
氏 名	富士写真フイルム株式会社